Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Zool. 62(1): 41-56, 1991

MORFOLOGÍA DEL CAMARÓN POSTLARVAL *PENAEUS (LITOPENAEUS) VANNAMEI* CON FÓRMULA ROSTRAL 3/0: ORGANIZACIÓN Y QUETOTAXIA DE LA ANTÉNULA

JORGE ALBERTO CABRERA-J.*
BRUNO GÓMEZ GIL-R.-S.**

RESUMEN

La anténula de *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* está compuesta por un pedúnculo de tres segmentos y dos ramas, la interna consta de cuatro segmentos y la externa de tres. Se encontraron seis tipos de elementos quetotáxicos en número variable como sigue: 11-15 aesthetascos, 10-12 cerdas simples, 47-68 cerdas simples setuladas, 16-26 cerdas flexibles setuladas, 2-5 cerdas simples setuladas de base globosa y una espina simple-robusta (espina parapenaeica). Los elementos constantes que presenta la anténula son los siguientes: en el segmento proximal del pedúnculo antenular, una espina simple-robusta, tres series longitudinales de cerdas simples setuladas y una transversal de cerdas flexibles setuladas; en el segmento medial, dos series longitudinales de cerdas simples setuladas y una hilera transversal de cerdas flexibles setuladas; en el segmento distal, una hilera longitudinal de cerdas simples setuladas y tres simples setuladas distales; en la rama interna, una cerda simple y otra simple setulada, en el segundo segmento; dos simples y una simple setulada en el tercero y una simple setulada y dos simples apicales en el cuarto; en la rama externa, dos aesthetascos en el primer segmento; tres, en el segundo, y una hilera en el tercero además de dos cerdas simples apicales. Se compara la morfología de la anténula con la de *P. (L.) vannamei* 2/0, *P. (L.) schmitti* 3/0, *P. (L.) stylirostris* 3/0 y *P. (F.) brasiliensis* 3/0.

Palabras clave: camarón, *Penaeus,* postlarva, morfología, quetotaxia, anténula, fórmula rostral.

ABSTRACT

The antennule of *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* is composed of one peduncule with three segments and two branches, the internal with four segments and the external with three. Six types of chaetotaxial elements were found, the number varying as follows: 11-15 aesthetascs, 10-12 simple setae, 47-68 simple setulated setae, 16-26 flexible setulated setae, 2-5 simple setulated setae with globous base and one simple-robust spine (parapenaeid spine). The constant elements on the antennule are: on the proximal segment of the peduncule, one simple and robust spine, three longitudinal files of simple setulated setae and a transverse row of flexible setulated setae; on the medial segment, two longitudinal rows of simple setulated setae and a transversal one of flexible setulated setae; on the distal peduncular segment, one longitudinal row of simple setulated setae and three distal simple setae; on the inner branch, one simple setae and one simple setulated setae on the second segment, two simple setae and one simple setulated setae on the third segment and one

* Instituto de Biología, UNAM, Departamento de Zoología, Laboratorio Acuicultura, Apartado postal 70-153, 04510 México, D.F. México.

** Tesista del Instituto de Biología, UNAM.

simple setulated setae and two simple setae on the apex of the fourth segment; on the outer branch, two aesthetascs on the first segment, three on the second one and on the third a row of aesthetascs and two apical simple setae. The morphology of the antennule is compared with those of *P. (L.) vannamei* 2/0, *P. (L.) schmitti* 3/0, *P. (L.) stylirostris* 3/0 and *P. (F.) brasiliensis* 3/0.

Key words: shrimp, *Penaeus*, postlarva, morphology, chaetotaxy, rostral fórmula, antennule.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo es el inicio de una serie sobre la morfología de las postlarvas de *Penaeus (Litopenaeus) vannamei*, a fin de ofrecer elementos de juicio que permitan, no solamente conocer con detalle la morfología de las mismas, sino también contribuir al deslinde taxonómico necesario con las demás especies del género, particularmente las del Continente Americano y en forma especial las de las costas mexicanas del Pacífico.

En este documento se aborda la morfología de la anténula por ser éste uno de los apéndices más complejos y de mayor interés taxonómico potencial.

La selección de la postlarva con fórmula rostral 3/0 se debe al hecho de que ésta es la fase postlarval que reclama atención prioritaria por ser la forma más abundante en las bocas litorales del sur de Sinaloa y por constituir la fase más adecuada para la colecta masiva, cuando ésta se realiza a fin de abastecer las granjas cultivadoras de camarón.[1]

ANTECEDENTES

El estudio de la anténula de las postlarvas del género *Penaeus* se ha realizado de una manera superficial, a pesar de que la complejidad quetotáxica de este apéndice promete aportar información de gran valor para el deslinde taxonómico correspondiente.

Los antecedentes que encontramos, no se ocupan del análisis quetotáxico en detalle, ni describen su implantación y tampoco se refieren a la variación de los mismos; por lo tanto, tal información tiene valor limitado para los propósitos comparativos de este trabajo. No obstante, se hizo un esfuerzo para utilizar lo poco que se menciona en la literatura y lo que puede derivarse de la interpretación de las figuras correspondientes.

En 1974, Lares se refirió a la descripción de los estadios larvales de *Penaeus (Farfantepenaeus) brasiliensis* Latreille, e incluyó la ilustración de la postlarva con fórmula rostral 3/0; en este caso, la descripción de la anténula no tiene lugar en el texto, sin embargo aparece dibujada, aunque sin la precisión y el detalle deseable. Pérez-Pérez y Ros (1975) publicarón la descripción de los estadios postlarvales del

[1] Cabrera-J., J.A., M. Mendoza-R., G.J. Valencia-R. y R.M. Castillo D., inédito. Massive Availabilitty of Postlarval Shrimp *Penaeus vannamei* for Aquacultura at Baluarte River, Mexico. Cartel presentado en la Conferencia Mundial sobre Acuicultura y la Feria Internacional sobre Acuicultura. Sociedad Europea de Maricultura y Sociedad Mundial de Maricultura; Venecia, Italia, septiembre de 1981.

camarón blanco *Penaeus (L.) schmitti* Burkenroad y en el texto incluyeron la descripción de la anténula de todos ellos, inclusive el estadio de fórmula rostral 3/0; de igual manera, este apéndice se encuentra bien ilustrado. En 1977, von Prahl y Gardeazábal describieron las larvas del camarón azul *Penaeus (L.) stylirostris* Stimpson, pero el texto no incluye decripción de la anténula y el dibujo carece de detalles.

Kitani (1986), trató el desarrollo larval de *P. (L.) vannamei,* e incluyó la descripción sumaria y dibujos de la postlarva con fórmula rostral 2/0, el cual también se discute aquí por tratarse de la especie central en este trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material estudiado de *P. (L.) vannamei* procede de la desembocadura litoral de río Baluarte, Sinaloa, México. Se trata de material preservado en etilenglicol, mismo que previamente fue fijado en formol al 4%. Para facilitar su examen bajo el microscopio, los ejemplares fueron tratados con una solución de KOH para eliminar la materia orgánica ajena a la estructura cuticular y posteriormente con una solución de pirogalol (1, 2, 3 trihidroxybenzol) para lograr un contraste adecuado en las estructuras quitinosas.

La longitud de este apéndice fue medida desde su base visible hasta el ápice de la rama interna, excluyendo los elementos quetotáxicos. La longitud de la anténula de las otras especies diferentes a *P. (L.) vannamei* con fórmula rostral 3/0, se ha inferido a partir de los dibujos correspondientes de los autores citados.

La constancia de los elementos señalados en este trabajo, en relación a *P. (L.) vannamei* 3/0, se refiere al análisis detallado que se hizo para cada caso, en cinco o seis estructuras de ejemplares diferentes.

La descripción básica corresponde a la anténula de *P. (L.) vannamei* 3/0; en el texto se describe cada región, elemento o grupo de elementos quetotáxicos y en seguida se establece, en lo posible, la comparación con las otras postlarvas de misma fórmula rostral. En caso contrario, se presentan las indicaciones necesarias. Cuando nos referimos a *P. (F.) brasiliensis,* se trata de la información del trabajo de Lares (1974); cuando se habla de *P. (L.) schmitti,* lo hacemos respecto a la información de Pérez-Pérez y Ros (1975); cuando aludimos a *P. (L.) stylirostris,* es en relación al trabajo de von Prahl y Gardeazábal (1977); por último, cuando se trate de *P. (L.) vannamei* 2/0, será en referencia a Kitani (1986). Tal comparación se hace con muchas reservas, toda vez que los documentos señalados carecen de precisión, tanto en el texto como en los dibujos y todos ellos omiten los detalles de la quetotaxia; particularmente resulta de difícil interpretación la información de von Prahl y Gardezábal *(op. cit.)* referente a *P. (L.) stylirostris.*

La nomenclatura de los elementos quetotáxicos que a continuación se definen obedece, en lo posible, a las proposiciones de Bookout y Costlow (1974) y se muestran en la figura 1:

a) cerda simple (cs): elemento de diferentes tamaños, sin sétulas, ni proyecciones, ni articulaciones, de consistencia semirígida.

b) cerda simple setulada (css): elemento con sétulas que usualmente decre-

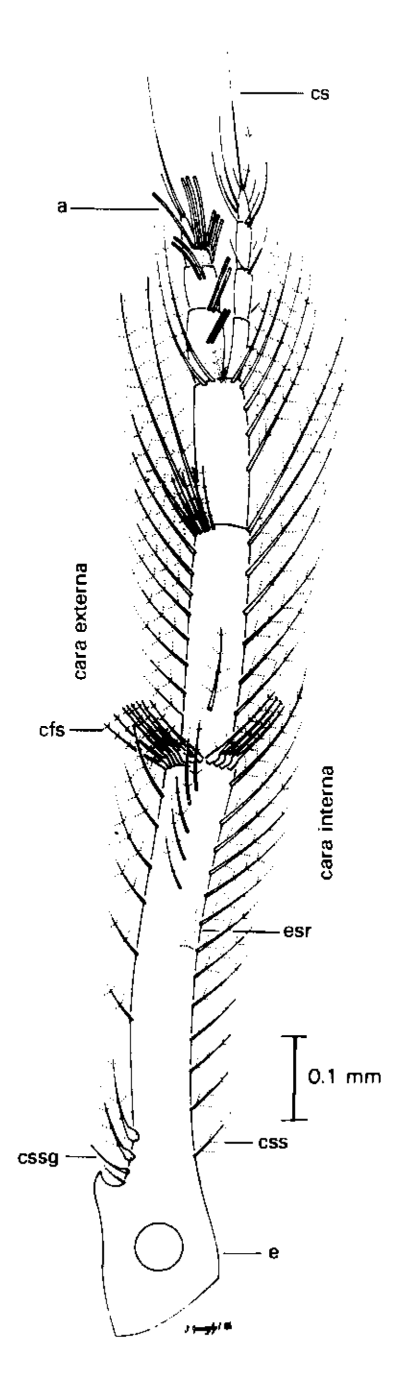


Fig. 1. Morfología y quetotaxia generales de la anténula del camarón postlarval *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* Boone con fórmula rostral 3/0. Vista dorsal del apéndice izquierdo. cs-cerda simple; a-aesthetasco; cfs-cerda flexible setulada; esr-espina simple-robusta (espina parapenaéica); css-cerda simple setulada; cssg-cerda simple setulada de base globosa y e-estatocisto.

cen de tamaño en sentido próximo distal y carecen de articulaciones.

c) cerda flexible setulada (cfs): elemento flexible y generalmente fino con sétulas que decrecen de tamaño en sentido próximo distal y carente de articulaciones.

d) cerda simple setulada de base globosa (cssg): elemento similar a la cerda simple setulada, pero con la base globosa.

e) espina simple y robusta, también llamada espina parapenaéica (esr): elemento característico de la anténula, de consistencia rígida y carente de ornamentaciones.

f) aesthetasco (a): elemento alargado de punta redondeada, de consistencia blanda, típico de la rama externa de la anténula.

RESULTADOS

Morfología general (organización) (Fig. 1). La anténula es casi cilíndrica. El protopodito está dividido en tres segmentos, esto es válido no solamente para las postlarvas de *P. (L.) vannamei* con fórmula rostral 2/0, para *P. (L.) schmitti* y para *P. (L.) stylirostris,* sino también para los estados adultos del genero *Penaeus.* De estos segmentos el proximal es el mayor y el distal es el menor. En éste caso, el segmento distal es un cuarto del tamaño del proximal y el medial dos quintos de este último. En el caso de *P. (F.) brasiliensis* tenemos dudas de la presencia de cuatro segmentos en el protopodito, tal como se observa en la figura 3, lámina 10 del trabajo de Lares *(op. cit.).*

Insertadas al segmento distal se encuentran dos ramas; la interna, compuesta de cuatro segmentos y la externa de tres. Esta organización de las ramas coincide con lo expuesto para *P. (F.) brasiliensis* y para *P. (L.) schmitti.* Sin embargo, en el caso de *P. (L.) stylirostris,* tanto en el texto como en la figura se indica la existencia de tres segmentos en la rama interna y dos en la externa, lo cual ponemos en duda. La diferencia en el número de segmentos de las ramas antenulares, merece un análisis más profundo a la luz de observaciones derivadas de un número suficiente de organismos, tanto cultivados como obtenidos del medio natural, a fin de decidir si se trata de características específicas constantes, ocasionales o interpretaciones inadecuadas. En cuanto a la postlarva de *P. (L.) vannamei* 2/0, existe en la rama interna una confusión en el trabajo de Kitani *(op. cit.),* ya que el texto menciona tres segmentos, mientras que en la figura correspondiente se muestran cuatro; en cambio en la rama externa se presentan dos segmentos, uno menos respecto a la misma especie, pero con fórmula rostral 3/0.

La diversidad de elementos quetotáxicos se restringe a seis tipos y el número de ellos varía como sigue: 11-15 aesthetascos, 10-12 cerdas simples, 47-68 cerdas simples setuladas, 16-26 cerdas flexibles setuladas, 2-5 cerdas simples de base globosa y una espina simple-robusta (espina parapenaéica).

Morfometría (Cuadro 1). Dentro del intervalo de valores de la desviación estándar, la longitud total de la postlarva de *P. (L.) vannamei* 3/0, resultó similar a la de otras especies del mismo subgénero y misma fórmula rostral; en cambio fue más grande que la postlarva de la misma especie con fórmula rostral 2/0, lo cual indica

CUADRO 1

MORFOMETRÍA DE LA ANTÉNULA DE CUATRO ESPECIES DEL CAMARÓN POSTLARVAL DEL GÉNERO *PENAEUS* CON FÓRMULA ROSTRAL 3/0 Y UNA CON FÓRMULA ROSTRAL 2 0*

	P. (L.) vannamei 2/0 Kitani, 1986	*P. (L.) vannamei* 3 0 Este trabajo	*P. (L.) schmitti* 3/0 Pérez-P. y R. 1975	*P. (L.) stylirostris* 3/0 von Prahl y G., 1977	*P. (F.) brasiliensis* 3/0 Lares, 1974
Long. total de la postlarva	4.00-4.24	6.31(4.19-8.54, 2S=5.85-6.76, CV=7.18,n=245)	5.88	6.00?	7.40
Long. total de la anténula	1. 62?	1.38(1.27-1.69, n=6)	1.13	0.66?	2.00
Segmento proximal	0.73?	0.67	0.64	0.30?	0.96
Segmento medial	0.31?	0.27	0.27	0.12?	0.37
Segmento distal	0.25?	0.17	0.15	0.09?	0.20
Rama interna	0.24?	0.23	0.28	0.13?	0.38
Rama externa	0.20?	0.19	0.18	0.08?	0.25

* Las medidas son en milímetros. ?= dato dudoso. ()= límites de la variación y estadísticos.

crecimiento. Por otra parte, parece interesante que *P. (L.) vannamei* 3/0 resultó más pequeña que *P. (F.) brasiliensis*, situación que sugiere una diferencia de valor subgenérico, sujeta a comprobación. Las medidas correspondientes a la anténula guardan igual relación aparente con las de la longitud total, sin embargo, los datos de *P. (L.) vannamei* 2/0 no parecen confiables porque no guardan relación con la información correspodiente a *P. (L.) vannamei* 3/0.

DESCRIPCIÓN Y COMPARACIÓN

Segmento proximal del protopodito (Fig. 1, Cuadro 2). La forma de este segmento se caracteriza por ser más ancha en la base con una protuberancia sobre la cara externa que corresponde al estilocerito en un estado temprano del desarrollo. Esta descripción coincide con lo representado en la figura de *P. (L.) schmitti* y de *P. (L.) vannamei* 2/0; no se encuentra bien definida en lo que toca a *P. (F.) brasiliensis* y resulta imposible establecer comparación a partir de la figura referente a *P. (L.) stylirostris.* El segmento está ligeramente curvado hacia adentro, los tercios medio y distal son cilíndricos y de proporciones uniformes; esto coincide con *P. (L.) schmitti*, con *P. (L.) vannamei* 2/0 y con *P. (F.) brasiliensis.* En el límite entre los tercios medio y distal, sobre la cara ventral-interna, se localiza una espina simple y robusta, misma que identificamos como la espina parapenaéica, ausente en el estado adulto del género *Penaeus* (Kubo, 1949) (fig. 1 esr). Esta espina se nota claramente en las figuras correspondientes a *P. (L.) schmitti*, a *P. (L.) vannamei* 2/0 y a *P. (F.) brasiliensis.* La aparente ausencia de esta espina en *P. (L.) stylirostris,* la atribuimos a la pobre calidad del dibujo y el texto de los autores correspondientes. En la base de este segmento se localiza un estatocisto (fig. 1 e).

En la cara interna se encuentra una serie de cerdas simples setuladas, que en sentido próximo-distal incrementan su tamaño (fig. 1 css). La figura de *P. (L.) schmitti* hace notar que las cerdas simples setuladas proximales son más pequeñas que las distales, sin embargo estas cerdas proximales, localizadas antes de la espina simple-robusta, no aumetan de tamaño en el sentido próximo-distal sino a la inversa, lo cual parece dudoso. El dibujo referente a *P. (F.) brasiliensis* no representa estas cerdas, lo cual pudiera establecer una diferencia de carácter subgenérico.

En la postlarva de *P. (L.) vannamei* 3/0, el número de elementos quetotáxicos sobre la cara interna varía entre 14 y 19, el más frecuente es 14. *P. (L.) schmitti* presenta en su figura correspondiente 13 elementos; dado que esta diferencia es mínima y se desconoce la variación correspondiente a *P. (L.) schmitti,* no la consideramos trascendente. La postlarva de *P. (L.) vannamei* 2/0, presenta 12 elementos, esto es, dos menos que en el siguiente estado morfológico, lo cual de nueva cuenta habla de diferencias debidas al grado de desarrollo. Al parecer tales elementos presentan el mismo tamaño salvo el distal, que es ligeramente mayor. En el caso de *P. (L.) stylirostris* no es posible establecer comparaciones.

La cara externa presenta dos zonas quetotáxicas; una situada sobre el tercio proximal y la otra sobre los otros dos tercios. En referencia a *P. (L.) schmitti* y a *P. (L.) vannamei* 2/0, también se notan dos zonas, no así en el caso de las otras dos especies.

CUADRO 2

ORGANIZACIÓN Y QUETOTAXIA DEL PEDÚNCULO DE LA ANTÉNULA DE CUATRO ESPECIES DE CAMARÓN POSTLARVAL DEL GÉNERO *PENAEUS* CON FÓRMULA ROSTRAL 3/0 Y UNA CON FÓRMULA ROSTRAL 2/0*

SEGMENTOS	*P. (L.) vannamei* 2/0 Kitani, 1986	*P. (L.) vannamei* 3 0 Este trabajo	*P. (L.) schmitti* 3/0 Pérez-P. y R. 1975	*P. (L.) stylirostris* 3/0 von Prahl y G., 1977	*P. (F.) brasiliensis* 3/0 Lares, 1974
PROXIMAL					
Cara interna	12c	14(14-19)css	13css	--	0
Inserción de la espina	Lim. Sup. del tercio Med.	Lim. Sup. del tercio Med. Vent. Int.	Mitad	--	Tercio Dist.
Cara externa	2c y 5c en la base	5(2-5)cssg en la base y 4-10css	4cs en la base y 4css	2c?	2c
Cara dorsal	2c	4(5)css	0	0?	0
Borde distal	8c	12-20cfs Dors. [2cfs Dors.]	ffcss Dors.	4c?	3c
MEDIAL					
Cara Interna	5c	7(6-9)css	6css	0?	0
Cara Externa	6c	11(10-12)css	9css	0?	0
Cara Dorsal	0	[1css])	0	0?	0
Borde Distal	4c Dors.	5(4-6)cfs Dors.	3css Dors.	4c Dors.	2 ó 3c Ext.
DISTAL					
Cara interna	3c	3(4)css	3css	1?	?
Borde distal					
Dorsal	2c?	1css y 2css	3css	0?	?
Ventral	--	[1-2css]	--	--	?
Interna	0?	0	0	0?	?
Externa	1c?	0	0	0?	?

* a= aesthetasco; Apic.= apical; c= cerda; cs= cerda simple, css= cerda simple setulada; cfs= cerda flexible setulada; cssg= cerda simple setulada de base globosa; Ext.= externo; Dist.= distal; Dors.= dorsal; Int.= interno; Lim.= límite; Med.= medial; Vent.= ventral. ?= existencia dudosa; ( )= límites de la variación [ ]= elementos eventuales.

En la primera zona se encuentran de dos a cinco cerdas simples setuladas de base globosa (Fig. 1 cssg), las más pequeñas de ellas son proximales y las más grandes distales. La estructura de los elementos proximales es más sencilla dentro del mismo esquema, sin embargo, parece que estas cerdas globosas, cuando son muy pequeñas, tienen la estructura aparente de una cerda simple. En el caso de *P. (L.) schmitti,* la figura no refleja la presencia de este tipo de cerdas, sino de unas cerdas simples con base ancha, situación de la que desconfiamos.

En la segunda zona se localizan de cuatro a 10 cerdas simples setuladas, sin que pueda definirse cual es el número más frecuente. En el caso de *P. (L.) schmitti,* se nota la presencia de cuatro cerdas simples setuladas y en cuanto a *P. (F.) brasiliensis* y a *P. (L.) stylirostris,* se nota la presencia de dos cerdas simples. *P. (L.) vannamei* 2/0, presenta también dos zonas, pero no es posible decir a que tipo de elementos quetotáxicos correspondan. Resulta imposible establecer juicios respecto a *P. (L.) stylirostris.*

Sobre la cara dorsal, en el cuarto distal, encontramos una fila de cerdas simples setuladas ordenadas en sentido próximo-distal, cuyo número es usualmente de cuatro pero también encontramos cinco. *P. (L.) vannamei* 2/0, al parecer presenta dos cerdas en esta zona, el número de ellas, de nueva cuenta, hace referencia al proceso de desarrollo de estados morfológicos subsecuentes. En cuanto a las demás especies las figuras correspondientes no consignan elementos quetotáxicos en la cara dorsal.

El borde dorsal de la región distal se encuentra orlado por una serie de cerdas flexibles setuladas cuyo número varía de doce a veinte sin que podamos definir cual es el más frecuente (Fig. 1 cfc). En referencia a las otras especies, en *P. (L.) vannamei* 2/0, se presentan ocho elementos. Para *P. (L.) schmitti,* se ilustran 11 cerdas simples setuladas, para *P. (F.) brasiliensis,* tres elementos de naturaleza indefinida y para *P. (L.) stylirostris* se trata de cuatro. Además, en *P. (L.) vannamei* 3/0, eventualmente encontramos dos cerdas flexibles setuladas subapicales, también localizados en posición dorsal cerca de la cara interna; tales elementos no se señalan para ninguna de las otras especies.

Segmento medial del protopodito (Fig. 1, Cuadro 2). En la cara interna existe una fila de cerdas simples setuladas cuyo tamaño se incrementa en sentido próximo-distal; el número de ellas usualmente es de siete, pero varía entre seis y nueve. En el caso de *P. (L.) vannamei* 2/0, se presentan cinco cerdas, de las cuales la distal es mayor; en *P. (L.) schmitti* también encontramos la fila de cerdas simples setuladas arregladas de manera similar pero el número de ellas, de acuerdo con la figura correspondiente, es de seis; en cuanto a *P. (F.) brasiliensis,* el dibujo correspondiente no consigna elementos quetotáxicos en esta región.

En la cara externa existe otra fila de cerdas simples setuladas que siguen un orden similar al que tienen en cara interna. De éstas, las distales son más largas que las proximales. El número más común es de 11, con variación entre 10 y 12. En el caso de *P. (L.) vannamei* 2/0, existen seis cerdas que al parecer aumentan de tamaño en sentido proximo-distal; en *P. (L.) schmitti* también existe una serie similar en esta región, pero en número de nueve cerdas simples setuladas.

Sobre la cara dorsal se ha localizado, con cierta regularidad, una cerda simple setulada en el tercio proximal, misma que no se señala para ninguna de las otras

especies.

El borde distal, en su región dorsal-externa, presenta cerdas flexibles setuladas finas en número de cuatro a seis, usualmente cinco; *P. (L.) vannamei* 2/0, presenta cuatro elementos en este borde. La figura referente a *P. (L.) schmitti* indica la presencia de tres cerdas simples setuladas sobre la región dorsal del borde distal. En la figura referente a *P. (L.) stylirostris* parece que se aprecian cuatro elementos quetotáxicos sobre el borde distal, de los cuales, al menos dos son dorsales; en el caso de *P. (F.) brasiliensis* el dibujo refiere dos o tres elementos quetotáxicos sobre la región externa del borde distal. Cabe enfatizar que ni en *P. (L.) vannamei* ni en las otras especies encontramos elementos quetotáxicos en la región ventral.

Segmento distal del protopodito (Fig. 1, Cuadro 2). Este tercer segmento presenta usualmente, sobre la cara interna, tres cerdas simples setuladas, en ocasiones cuatro. Carece de elementos quetotáxicos en las caras externa, dorsal y ventral. En el caso de *P. (L.) vannamei* 2/0, se observan tres cerdas en la cara interna; en *P. (L.) schmitti,* se nota la presencia de tres cerdas simples setuladas sobre la cara interna en cuestión; en cambio, en la misma región, para *P. (L.) stylirostris* es difícil interpretar el dibujo correspondiente, al cual se le nota apenas un elemento.

En las caras externa y ventral, de manera coincidente con lo descrito para *P. (L.) vannamei,* no existen elementos quetotáxicos en las otras tres especies, pero sí en *P. (L.) vannamei* 2/0, que presenta una cerda en la cara externa, lo cual es dudoso.

El borde distal en *P. (L.) vannamei* 3/0 está orlado de varios elementos quetotáxicos. Sobre la región dorsal hay frecuentemente tres: una cerda simple setulada cercana a la cara interna y dos cerdas simples setuladas largas sobre la región dorsal externa. En la región ventral usualmente no existen elementos quetotáxicos; sin embargo, pueden existir una o dos cerdas simples setuladas pequeñas.

En *P. (L.) stylirostris,* el dibujo no muestra elementos quetotáxicos en el borde distal; en cuanto a *P. (L.) schmitti,* se representan tres cerdas simples setuladas y en *P. (L.) vannamei* 2/0, probablemente dos cerdas en la región dorsal del mismo borde y una cerda en la región externa de dicho borde distal. El caso de *P. (F.) brasiliensis,* que intencionalmente no hemos abordado hasta aquí, merece una consideración especial, ya que la figura correspondiente muestra una clara división en dos: un segmento subdistal y otro distal; lo cual quizás es un error del autor, ya que hemos podido constatar, en organismos adultos de esta especie, que el protopodito de la anténula se encuentra dividido sólo en tres y no en cuatro segmentos, lo cual es una característica constante de los penéidos (Kubo, 1949). Además de lo anterior, en la figura de referencia no es posible distinguir el número ni la naturaleza de los elementos quetotáxicos.

Rama interna (Fig. 1, Cuadro 3). De los cuatro segmentos de que está compuesta esta rama, los tres últimos presentan de manera constante elementos quetotáxicos en el borde distal. En el caso del segmento proximal, generalmente no se encuentran elementos quetotáxicos. En ocasiones existe una cerda simple pequeña inserta en la región ventral del borde distal. *P. (L.) schmitti* también presenta un elemento quetotáxico sobre el borde distal del primer segmento; sin embargo, el dibujo muestra claramente que se trata de una cerda simple setulada. La diferencia con *P. (L.) vannamei* aún es mayor. En el caso de *P. (F.) brasiliensis,* en

CUADRO 3

ORGANIZACIÓN Y QUETOTAXIA DE LAS RAMAS DE LA ANTÉNULA DE CUATRO ESPECIES DE CAMARÓN POSTLARVAL DEL GÉNERO *PENAEUS* CON FÓRMULA ROSTRAL 3/0 Y UNA CON FÓRMULA ROSTRAL 2/0*

SEGMENTOS	*P. (L.) vannamei* 2/0 Kitani, 1986	*P. (L.) vannamei* 3/0 Este trabajo	*P. (L.) schmitti* 3/0 Pérez-P. y R. 1975	*P. (L.) stylirostris* 3/0 von Prahl y G., 1977	*P. (F.) brasiliensis* 3/0 Lares, 1974
RAMA INTERNA					
Primero (Proximal)	?	[1cs Dist. Vent.]	1css Dist. Int.	?	2c Dist. Int. 2c Med. Int.
Segundo	?	1cs Dist. Dors. [1cs Dist. Vent.] 1css Dist. Int.	1css Dist. Int.	?	1c Med. Int. 1c Dist. Ext.
Tercero	?	1cs Dist. Ext. 1cs Dist. Dors. [1cs Dist. Vent.] 1css Dist. Int.	4css y 1cs Dist.	?	2c Dist. Ext.
Cuarto	?	1css y 2cs Apic. [1cs Ext. Med.] [1cs Vent. Prox.]	5css Apic.	4c Apic.	3c Apic. 1c Med. Int.
RAMA EXTERNA					
Primero (Proximal)	3c Dist. Int.	2a Dist. Dors. [2a Med. Dors.]	5css Dist. Dors.	?	1c med. Ext. 2c Med. Int. 1c Dist. Int.
Segundo	No existe	3a Dist. Vent. [2-3a Tercio Dist. Dors.]	0	?	?
Tercero	3c Med. Dors. Int. y 6c Apic.	4(5)a Med. Dors. Int. y 2cs Apic.	4css Med. Dors. Int. 2css Apic.	4c Apic.	6 ó 7c

* a= aesthetasco; Apic.= apical; c= cerda; cs= cerda simple, css= cerda simple setulada; cssg= cerda simple setulada de base globosa; Ext.= externo; Dist.= distal; Dors.= dorsal; Int.= interno; Lim.= límite; Med.= medial; Vent.= ventral. ?= existencia dudosa; ( )= límites de la variación [ ]= elementos eventuales.

el dibujo se notan cuatro elementos quetotáxicos, dos cerdas en la región medial de la cara interna y dos en el borde apical sobre la misma cara. *P. (L.) stylirostris* es el que más difiere; en primer lugar, el dibujo no muestra cuatro sino tres segmentos y en segudo, no aparecen elementos quetotaxicos en ninguno de los dos primeros segmentos, salvo en el distal. Con respecto a *P. (L.) vannamei* 2/0, no es posible establecer juicios, toda vez que el texto de Kitani *(op. cit.)* se refiere a tres segmentos, mientras que en la figura se muestran cuatro, con la confusión correspondiente a la quetotáxia de esta rama.

El segundo segmento presenta, en su borde distal, una o dos cerdas simples; una de ellas de inserción dorsal y la segunda, cuando existe, de inserción ventral; también existe una cerda simple setulada de inserción interna. En relación al segundo segmento, la mayor coincidencia posiblemente se establezca entre *P. (L.) vannamei* y *P. (F.) brasiliensis*, en cuanto a que en este último existen dos elementos quetotáxicos; uno medial sobre la cara interna y otro distal sobre la cara externa. En el caso de *P. (L.) schmitti* sólo se nota la presencia de una cerda simple setulada ubicada en el borde distal sobre la cara interna coincidente únicamente con *P. (L.) vannamei.*

El tercer segmento tiene usualmente dos cerdas simples, pero puede presentar tres, todas sobre el borde distal. Los puntos de inserción son: uno externo, otro ventral (eventual) y el último dorsal; también se observa constantemente una cerda simple setulada de inserción interna. *P. (L.) schmitti* presenta cuatro cerdas simples setuladas, dos externas y dos internas, además también una cerda simple en la cara dorsal.

El cuarto segmento se caracteriza por presentar, de manera constante, una cerda simple setulada y dos cerdas simples apicales de distinto tamaño, además, de manera inconstante, pueden observarse una o dos cerdas simples adicionales; una localizada sobre la cara externa en posición medial y la otra insertada sobre la cara ventral en posición proximal. En *P. (L.) schmitti* se observan cinco cerdas simples setuladas; en *P. (F.) brasiliensis* tres apicales y una medial interna y en *P. (L.) stylirostris* cuatro.

Rama Externa (Fig. 1, Cuadro 3). La rama externa en sus tres segmentos se caracteriza por ser portadora de aesthetascos.

El segmento proximal presenta dos aesthetascos sobre el borde distal en la región dorsal. Eventualmente, se han observado otros dos aesthetascos en la parte media de la cara dorsal. En el caso de *P. (L.) vannamei* 2/0, se observan tres elementos en la cara interna del borde distal. Para *P. (F.) brasiliensis* el dibujo parece señalar la existencia de cuatro elementos, uno medial sobre la cara externa (mismo que no está representado en *P. (L.) vannamei* 3/0), dos de inserción medial interna, que pudieran ser similares a los señalados para *P. (L.) vannamei* 3/0, como elementos inconstantes, y uno localizado en la cara interna distalmente, que pudiera ser semejante a uno de los dos encontrados en *P. (L.) vannamei* 3/0. *P. (L.) schmitti* presenta cinco cerdas simples setuladas; a juzgar por el dibujo correspondiente, éstas se encuentran en la cara dorsal del borde distal, en una posición similar a la zona de inserción de los dos elementos constantes en *P. (L.) vannamei* 3/0; por ello pensamos que no se trata de cerdas simples setuladas sino de aesthetascos. En el caso de *P. (L.) stylirostris,* el dibujo no señala ningún elemento

quetotáxico.

El segundo segmento presenta constantemente tres aesthetascos en la cara ventral del borde distal. Asimismo, en la región dorsal, frecuentemente se encuentran dos aesthetascos insertados transversalmente en la base del tercio distal, pero incluso pueden ser tres. En relación con las otras tres especies, la comparación se hace difícil por el hecho de que en *P. (F.) brasiliensis,* la quetotaxia no se aprecia con claridad en el dibujo; en *P. (L.) stylirostris* el segundo segmento o intermedio no se representa, en el caso de *P. (L.) schmitti* claramente no existe elemento quetotáxico alguno y *P. (L.) vannamei* 2/0 aún no presenta este segmento.

El segmento distal tiene forma característica, con una reducción de anchura después del primer tercio; en esta zona se insertan cuatro y eventualmente cinco aesthetascos, sobre la región medial dorso-interna. En el ápice de este segmento se encuentran constantemente dos cerdas simples, una de las cuales es muy larga. Parece que la quetotaxia y la forma de este segmento es coincidente entre *P. (L.) vannamei* 3/0 y *P. (L.) schmitti* en cierto grado, ya que también aparecen, en el caso de esta última especie, cuatro elementos en la región medio-dorsal interna. Sin embargo el dibujo representa cerdas simples setuladas y posiblemente no lo sean, sin que se trate de aesthetascos. Las cerdas apicales de este segmento en *P. (L.) schmitti* también son dos, las cuales de igual manera al caso anterior, están representadas como cerdas simples setuladas y pudiera ser que se trate de cerdas simples. *P. (L.) vannamei* 2/0, presenta tres cerdas también situadas en la región medial dorso-interna; dudamos de que se trate de cerdas, por el contrario, creemos que sean aesthetascos. Además se presentan seis cerdas en el ápice, número que nos parece dudoso por ser mayor que el encontrado en *P. (L.) vannamei* 3/0. Por otra parte, *P. (L.) stylirostris* ofrece cuatro elementos quetotáxicos probablemente apicales; el dibujo es insuficiente para distinguir detalles; lo mismo sucede en la figura correspondiente a *P. (F.) brasiliensis,* posiblemente represente a seis o siete elementos de inserción imprecisa.

Elementos constantes en *P. (L.) vannamei* 3/0. Los elementos constantes en el pedúnculo antenular de *P. (L.) vannamei* son los siguientes: para el segmento proximal, la presencia de una espina simple-robusta, sobre la cara ventral, entre los tercios medio y distal; tres series longitudinales de cerdas, una interna, otra externa (dividida en dos zonas) y la otra dorsal; una serie transversal de cerdas flexibles setuladas en el borde distal de la cara dorsal. Para el segmento medial, dos series longitudinales de cerdas simples setuladas, una interna y la otra externa; y una hilera transversal o cerdas flexibles setuladas en el borde distal de la región dorsal. Para el segmento distal, una serie longitudinal de cerdas simples setuladas en el borde interno; tres cerdas simples setuladas en el borde distal de la región dorsal. Para la rama interna, una cerda simple y una cerda simple setulada en el borde distal del segundo segmento, la primera en posición dorsal y la otra interna; dos cerdas simples y otra cerda simple setulada en el borde distal del tercer segmento, una cerda simple externa y la otra dorsal, la cerda simple setulada sobre la cara interna; en el ápice del cuarto segmento, una cerda simple setulada y dos cerdas simples. Para la rama externa, dos aesthetascos en el borde distal del primer segmento en posición dorsal; tres aesthetascos en el borde distal del segundo segmento en posición ventral. En el tercer segmento hay una hilera de aesthetas-

cos en el primer tercio en posición dorsal y dos cerdas simples en el ápice.

Diferencias entre las anténulas de *P. (L.) vannamei* 3/0, *P. (L.) vannamei* 2/0 y las de las demás especies. La anténula de la postlarva de *P. (L.) vannamei* 3/0, se distingue del apéndice correspondiente de la misma especie con fórmula rostral 2/0, en que el número de cerdas es mayor en individuos con fórmula rostral 3/0.

La anténula de la postlarva de *P. (L.) vannamei* 3/0, se distingue del apéndice correspondiente de *P. (L.) schmitti* en que en el segmento proximal del pedúnculo, sobre la cara dorsal, *P. (L.) vannamei* presenta una fila de cerdas simples setuladas, ordenadas en sentido próximo-distal, sobre el cuarto distal; en cambio, *P. (L.) schmitti* carece de ellas. Posiblemente existe diferencia específica entre estas dos especies en la quetotaxia del segundo segmento de la rama interna. En *P. (L.) vannamei* existen constantemente una cerda simple y una cerda simple setulada, la primera de inserción dorsal y la otra sobre la cara interna, en cambio, en *P. (L.) schmitti* sólo se nota la presencia de una cerda simple setulada en el borde distal sobre la cara interna. En la rama interna, el último segmento presenta constantemente una cerda simple setulada y cerdas simples apicales en *P. (L.) vannamei,* en cambio, *P. (L.) schmitti,* en la misma región, se observan cinco cerdas simples setuladas. Esta diferencia se anota con reservas, toda vez que la constancia y la naturaleza de los elementos quetotáxicos citados para *P. (L.) schmitti* los consideramos sujetos a comprobación. En el primer segmento de la rama externa, *P. (L.) vannamei* presenta constantemente dos aesthetascos en la cara dorsal del borde distal, por otra parte, en *P. (L.) schmitti* hay cinco elementos quetotáxicos en la misma posición, aun cuando el dibujo correspondiente los muestra como cerdas simples setuladas; creemos que se tratan de aesthetascos. De ser así, la posible diferencia entre ambas especies radicaría en que *P. (L.) schmitti* tendría tres aesthetascos más que *P. (L.) vannamei* en la posición citada. En el segundo segmento de la rama externa, en *P. (L.) vannamei* encontramos de tres a seis aesthetascos, en cambio, *P. (L.) schmitti* no los presenta.

La anténula de la postlarva de *P. (L.) vannamei* 3/0, se distingue del apéndice correspondiente de *P. (F.) brasiliensis* en lo que toca a la longitud total de la anténula y de cada uno de sus componentes, los cuales son mayores en *P. (F.) brasiliensis* en comparación, no sólo con la de *P. (L.) vannamei,* sino con el apéndice correspondiente de las demás especies citadas en este documento. Esto sugiere una diferencia de valor subgenérico sujeto a comprobación.

Las diferencias aparentes entre *P. (L.) vannamei* 3/0 y *P. (F.) brasiliensis* son las siguientes: En el segmento proximal del pedúnculo antenular de *P. (F.) brasiliensis* se nota la ausencia de elementos quetotáxicos en la cara interna, lo cual establece una drástica diferencia con *P. (L.) vannamei,* misma que presenta entre 14 y 19. En la cara externa del segmento proximal, en *P. (F.) brasiliensis* existen sólo dos cerdas, en cambio en *P. (L.) vannamei* existen de cuatro a 10 cerdas simples setuladas y de dos a cinco cerdas simples setuladas de base globosa. En *P. (F.) brasiliensis* la cara dorsal del segmento proximal carece de elementos quetotáxicos, por otra parte, *P. (L.) vannamei* presenta entre cuatro y cinco cerdas simples setuladas. El borde distal del segmento proximal ofrece en *P. (F.) brasiliensis* tres cerdas, en cambio en *P. (L.) vannamei* existen entre 12 y 20 cerdas flexibles

setuladas en la región dorsal. En el segmento medial, sobre las caras interna, externa y dorsal, en *P. (F.) brasiliensis* no existen elementos, mientras que *P. (L.) vannamei* hay entre 16 y 22, en arreglo particular.

La pobre calidad del dibujo y el texto del trabajo de von Prahl y Gardeazábal (1977), en relación a la anténula de *P. (L.) stylirostris,* no permite establecer diferencias especificas con *P. (L.) vannamei.*

RECOMENDACIONES

Sugerimos a los investigadores que realicen trabajos morfológicos de larvas y postlarvas de crustáceos decápodos, que tomen en cuenta la existencia de diferentes tipos de elementos quetotáxicos, mismos que conviene consignar y además hacer un esfuerzo por evaluar la constancia. De igual manera, se sugiere abundar lo necesario en las descripciones y presentar ilustraciones adecuadas para apreciar los detalles del caso. En este tipo de investigaciones la técnica de microscopía electrónica de barrido ha resultado de mucha utilidad, por lo que su empleo recomendable.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Gerhard Pohle, por la revisión del abstract.

LITERATURA CITADA

BOOKHOUT, C.G. Y J.D. COSTLOW, JR., 1974. Larval development of *Portunus spinicarpus* reared in the laboratory. *Bull. Mar. Sci. 24(1):* 20-51.

KITANI, H., 1986. Larval development of the white shrimp *Penaeus vannamei*, Boone reared in the laboratory and the statistical observation of its naupliar stages. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 52(7):* 1131-1139.

KUBO, I., 1949. Studies on the Penaeids of Japanese and its adjacent waters. *J. Tokio Coll. Fish. 36(1):* 1-467.

LARES, L.B., 1974. Descripción de los estados larvales de *Penaeus brasiliensis* Latreille, criados en el laboratorio. *In: Publicaciones de la Comisión Organizadora de la III Conferencia de las Naciones Unidas sobre Derecho del Mar.* 1-131. (Caracas, Venezuela).

PÉREZ-PÉREZ, D. Y R.M. ROS, 1975. Descripción y desarrollo de los estadios postlarvales del camarón blanco *Penaeus schmitti* Burkenroad. *Ciencias, 8. (21):* 1-114.

VON PRAHL, H. Y M. GARDEAZABAL, 1977. Descripción de las larvas del camarón azul *Penaeus stylirostris* Stimpson. *An. Inst. Inv. Mar.-Punta Betin. 9:* 157-172.